



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 42 14 475.2  
22 Anmeldetag: 6. 5. 92  
43 Offenlegungstag: 11. 11. 93

DE 42 14 475 A 1

71 Anmelder:  
Pressotechnik GmbH, 88250 Weingarten, DE

74 Vertreter:  
Schuster, G., Dipl.-Ing.; Thul, L., Dipl.-Phys.,  
Pat.-Anwälte, 70174 Stuttgart

72 Erfinder:  
Antrag auf Nichtnennung

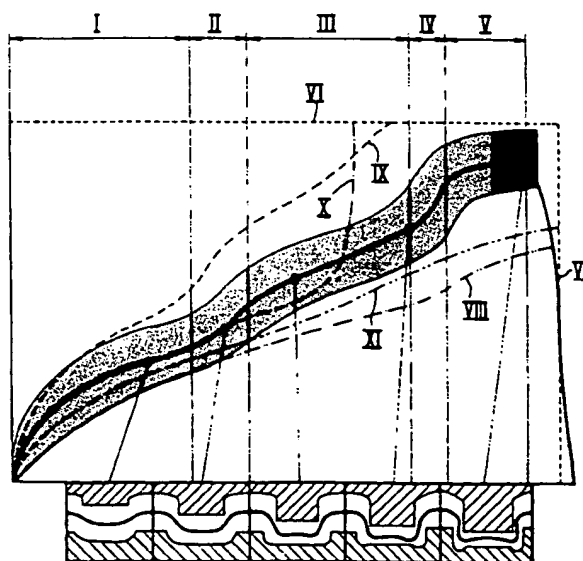
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 39 32 532 A1  
WO 89 07 020

DE-Z: MUTSCHLER, Joerg;  
LIEBIG, Hanns Peter: Flexibilität steigern,  
Druckfügen mit Industrie-robotern als  
Automatisierungsbaustein der Montage. In:  
Maschinenmarkt Würzburg 97, 1991, 47, S. 36-42;  
DE-Z: BEYER, R.;  
WÖSSNER, J.: Druckfügen in der automatisierten  
Fertigung. In: wt Werkstattstechnik 81,  
1991, S. 629-632;

54 Verfahren zum Verbinden dünner Platten und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

57 Qualitätssicherung beim Kaltfügeverfahren von übereinanderliegenden Platten oder Plattenabschnitten in dem die Stempelkraft und der Stempelweg während des gesamten Fügevorgangs kontrolliert werden.



DE 42 14 475 A 1

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zum Verbinden aufeinanderliegender dünner Platten nach der Gattung des Anspruchs 1 und von einer Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens nach der Gattung des Anspruchs 21.

Bei einem bekannten Kaltfügeverfahren dieser Art (DE 35 32 899) werden die übereinanderliegenden Plattenstücke beim gemeinsamen Durchsetzen entlang eines Teils ihrer Umrißlinien gestanzt und aus der Platten-ebene herausgedrückt. Anschließend werden die herausgedrückten Plattenstücke durch eine Gegenkraft breitgequetscht, wobei ein Stanznocken erzeugt wird, welcher die zu verbindenden Plattenabschnitte hintergreift. Bei einem anderen bekannten Verfahren dieser Art (DE 35 32 900) werden aus den zu verbindenden Plattenabschnitten Plattenstücke gemeinsam durchgesetzt wobei infolge der Ausgestaltung der Matrice sich beim Stauchen der Plattenstücke ein Rückfließvorgang ergibt, der zu einer Hintergreifung der Plattenstücke an den übereinanderliegenden Plattenabschnitten führt.

Derartige Verfahren werden in der industriellen Massenproduktion eingesetzt, beispielsweise im Automobilbau. Ein Überwachen der Qualität der Verbindungsstellen bzw. das Sicherstellen bestimmter Güteanforderungen an solche Verbindungsstellen, ist daher bei diesem Verfahren von besonderer Bedeutung. Das Auftreten von Mängeln bei der Durchführung dieses Verfahrens muß schnellstmöglich erkannt und beseitigt werden, um den Ausschuß und die Maschinenstillstandszeiten möglichst gering zu halten. Solche Mängel können durch einen Materialbruch, insbesondere des Stempels oder der Matrice, hervorgerufen sein. Es ist dabei wichtig, jede fehlerhafte Verbindungsstelle zu erkennen, um das entsprechende Teil aussortieren bzw. einen Verbindungsvorgang wiederholen zu können. Ein Kriterium für die Qualität der Verbindung bzw. deren Mangel ist dabei die verbleibende Restmaterialstärke im Bereich der Fügestelle. Bei den bekannten Verfahren besteht die Qualitätssicherung in einer Überwachung der Stempelkraft bezüglich eines zulässigen Maximalwertes und in einer nach erfolgter Verbindung durchgeführten Messung der Restmaterialstärke. Dadurch wird nur ein Teil der möglicherweise auftretenden Mängel erfaßt. Die nachfolgende Messung der Restmaterialstärke ist zudem umständlich und zeitaufwendig.

## Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. die erfindungsgemäße Vorrichtung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 21 hat demgegenüber den Vorteil, daß in weit größerem Maße auftretende Mängel erfaßt werden und daß keine separate Messung der Restmaterialstärke mehr durchgeführt werden muß. Durch die Messung der Stempelkraft sowie des Stempelweges während des jeweiligen dort aber gesamten Fügevorgangs wird einerseits jede fehlerhafte Verbindung erkannt und andererseits die verbleibende Restmaterialstärke an jeder Verbindungsstelle aus dem gemessenen Stempelweg erfaßt. Die Überwachung erfolgt durch Vergleich mit vorgegebenen Sollwerten, so daß auftretende Mängel erfaßt werden können. Das Über-

schreiten des für den Stempelweg vorgegebenen Maximalwertes zeigt beispielsweise einen Stempelbruch an, während das Überschreiten des Maximalwertes bzw. das Unterschreiten eines Minimalwertes für die Stempelkraft auf ein zu hartes bzw. zu weiches Material der zu verbindenden Platten falsches Werkzeug oder Matritzenbruch hinweist.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden außer der Stempelkraft auch die auf die Matrice wirkende Preßkraft und/oder die zum Abstreifen der verbundenen Platten vom Stempel erforderliche Abstreifkraft für eine Überwachung gemessen und mit einem Sollwert verglichen. Durch das Überprüfen der Abstreifkraft wird ein Ausfuttern des Materials festgestellt, was insbesondere bei der Verwendung der Erfindung in Robotereinrichtungen wichtig ist.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden die genannten Meßgrößen nicht nur bzgl. absoluter Minimal- und Maximalwerte überwacht, sondern auch bzgl. relativer Minimal- und Maximalwerte und zwar in Abhängigkeit vom jeweils ermittelten Stempelweg. Für jeden Stempelweg ist ein zulässiger Toleranzbereich für die Stempelkraft vorgegeben dessen Einhaltung überwacht wird. Auf diese Weise können verschiedene Mängel voneinander unterschieden werden.

Nach weiteren vorteilhaften Ausgestaltungen der Erfindung wird bei Überschreiten eines vorgegebenen Sollwerts bzw. Toleranzbetrags ein Signal erzeugt, welches zum Ansteuern einer optischen und/oder akustischen Anzeigeeinrichtung dienen kann, um auf das Vorliegen eines Mangels aufmerksam zu machen. Das Signal kann auch zur Steuerung der Unterbrechung des Fügevorgangs verwendet werden, wodurch der Ausschuß und die Stillstandszeit der Fertigung verringert werden kann.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird der Stempelhub anhand des ermittelten Stempelwegs gesteuert. Nach Weiterbildung dieser Merkmale wird bei Erreichen eines Maximalwerts für den Stempelweg der Stempelhub beendet. Darüberhinaus kann ein Minimalwert für den Stempelweg vorgegeben sein, sodaß erst bei dessen Erreichen mit der Überwachung der verschiedenen Kräfte begonnen wird.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung liegen die Sollwerte und gegebenenfalls die zugehörigen Toleranzbeträge abrufbar in einem Speicher vor. Hierdurch können die Werte je nach Bedarf angepaßt werden. Die Eingabe der Sollwerte kann mittels Teach-In-Programmierung erfolgen, wodurch die Eingabe wesentlich vereinfacht wird. Es können auch mehrere Sätze von Werten im Speicher vorliegen, um unterschiedlichen Anforderungen, beispielsweise bei Werkzeug- oder Materialwechsel, schnell gerecht zu werden.

Nach einer Weiterbildung dieser Merkmale sind die im Speicher vorhandenen Toleranzbeträge bei Überschreiten durch einen ermittelten Meßwert wahlweise durch Erstrecken des Toleranzbereichs an diesen Meßwert anpaßbar. Diese sogenannte Gutteilfunktion ermöglicht es, den Toleranzbereich an die Bedürfnisse schnell und praxisperecht anzupassen.

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung dieser Merkmale ist die Eingabe der Werte in den Speicher geschützt. Hierdurch ist gewährleistet, daß Änderungen nur durch Befugte vorgenommen werden können.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden mehrere parallel ablaufende Füge-

vorgänge gleichzeitig überwacht, wobei die ermittelten Werte von einer gemeinsamen Einrichtung im Multiplexverfahren ausgewertet werden.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden die ermittelten Meßwerte optisch angezeigt. Die optische Anzeige erleichtert die Unterscheidung verschiedener Fehlerarten, um dadurch die geeigneten Gegenmaßnahmen vornehmen zu können. Hierfür können die ermittelten Meßwerte gespeichert werden, um eine nachträgliche Auswertung zu ermöglichen. Gleichzeitig dient die Speicherung der Meßwerte der Qualitätskontrolle, indem bei späteren Reklamationen der Verlauf des Fügevorgangs nachgeprüft werden kann.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens mit den Merkmalen des Anspruchs 21 ist an die Verfahrenserfordernisse vorteilhaft angepaßt. Kraftmeßeinrichtungen sind in der Matrizenaufnahme, bzw. im Stempelhalter, oder am Abstreifer vorgesehen, wobei bevorzugt piezoelektrische Geber verwendet werden, nämlich ein Piezo-Kraftaufnehmer in der Matrizenaufnahme, ein Piezo-Quermeßdübel im Stempelhalter und ein Piezo-Meßring am Abstreifer. Die Messung des Stempelwegs erfolgt über einen bewegungsschlüssig mit dem Stempel angetriebenen Auslegearm, welcher mit einer Meßschiene zusammen wirkt, die an einem ortsfesten Pressenteil fest angeordnet ist. Als Meßgröße kann auch die Abstreifkraft als negative Stempelkraft verwendet werden.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sind der nachfolgenden Beschreibung, der Zeichnung und den Ansprüchen entnehmbar.

#### Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und im folgenden näher beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung im Teilschnitt und

Fig. 2 ein Diagramm in dem die Stempelkraft (Ordinate) über dem Stempelweg (Abszisse) aufgetragen ist.

#### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Die in Fig. 1 gezeigte Presse 1 weist einen C-förmigen Rahmen 2 auf, dessen unterer Teil als Pressentisch 3 dient, auf welchem die Matrizenaufnahme 4 für die Matrize 5 angeordnet ist. Am oberen Ausleger 6 des Rahmens 2 ist, der Matrizenaufnahme 4 gegenüberliegend, ein Stempelhalter 7 vorhanden, zur Aufnahme des Stempels 8. Um den Stempelhalter 8 ist eine Abstreifeinrichtung 9 angeordnet, zum Abstreifen von am Stempel hängenden Platten. Der Stempel 8 wird über einen Druckzylinder von einem auf der Oberseite des C-förmigen Rahmens 2 vorhandenen Pressenantrieb 11 auf- und abbewegt. Der Druckzylinder 10 ist hierfür durch eine zylindrische Ausnehmung 12 im Ausleger 6 in Richtung seiner Längsachse verschiebbar geführt.

In der Matrizenaufnahme 4 ist ein Piezo-Kraftaufnehmer vorhanden, mit welchem die auf die Matrize ausgeübte Preßkraft ermittelt wird. In dem Stempelhalter 7 ist ein Piezo-Quermeßdübel 14 vorhanden zur Ermittlung der ausgeübten Stempelkraft. Schließlich ist am Abstreifer 9 ein um den Druckzylinder 10 angeordneter Piezo-Meßring 15 vorhanden zur Ermittlung der Abstreifkraft. Der Druckzylinder 10 weist einen Auslegearm 16 auf,

dessen freies Ende in den Bereich der senkrechten Stütze 17 des Rahmens 2 reicht und dort mit einer Meßschiene 18 zur Ermittlung des Stempelwegs zusammenwirkt. Die Wegmessung kann hierbei digital oder analog in bekannter Weise erfolgen. Nicht dargestellt sind die Auswerteeinrichtungen und die elektrischen Verbindungen zwischen den Auswerteeinrichtungen und den Meßeinrichtungen.

Das Diagramm von Fig. 2 zeigt beispielhaft den Verlauf der Sollkurve — als durchgezogene Linie dargestellt — für die Stempelkraft relativ zum Stempelweg. Die verschiedenen Phasen des Kaltfügevorgangs sind durch senkrechte Linien gezeigt, wobei in Phase I kombiniertes Einsenken und Durchsetzen erfolgt, in Phase II Stauchen und Breiten, in Phase III Ausfüllen der oberen Kontur der Matrizengravur, in Phase IV das Füllen des Ringkanals der Matrize 5 und in Phase V das Napfrückwärtsfließpressen zum Verschränken der zu verbindenden Plattenelemente ineinander. Wie aus dem Schaubild ersichtlich steigt die Sollkurve für die Stempelkraft zwar stetig bis zum Ende des Fügevorgangs an, jedoch nicht linear, sondern je nach Fügephase unterschiedlich. Zu jedem Stempelweg ist ein zulässiger Toleranzbereich für die Stempelkraft — durch das Punktmuster gezeigt — vorgegeben. Die senkrecht zu den Koordinatenachsen verlaufenden gepunkteten Linien VI und VII geben den zulässigen Maximalwert für die Stempelkraft und den Stempelweg an. Die übrigen gestrichelten, strichpunktieren und punktierten Linien VIII-XI stellen Meßkurven dar, die bei verschiedenen Störungen auftreten können. Schließlich ist in dem Diagramm von Fig. 2 das Schnittbild der Fügeverbindung senkrecht zur Plattenebene bei verschiedenen Stempelwegen dargestellt, die mit Punkten auf der Sollkurve gekennzeichnet sind.

Die mit VIII bezeichnete Meßkurve zeigt einen Kurvenverlauf der Stempelkraft, wie er bei zu weichem Material oder falschem Werkzeug auftreten kann. Die mit IX bezeichnete Meßkurve stellt einen Verlauf der Stempelkraft dar, der bei zu hartem Material oder bei zu großem Stempeldurchmesser oder bei Materialauftrag auf dem Werkzeug auftreten kann. Die mit X bezeichnete Meßkurve stellt einen Kurvenverlauf dar, der bei zu kurzem Stempel auftreten kann. Die Schulter des Stempels 7 sitzt hierbei auf den Platten 4 auf. Die mit XI bezeichnete Meßkurve stellt schließlich einen Verlauf dar, wie er bei Stempel- oder Matrizenbruch auftreten kann.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann außer bei Pressen mit hin- und hergehender Stempelbewegung auch bei Verfahren mit einer Drehbewegung des Stempels verwendet werden. Anstelle der Hubbewegung wird dann die Drehbewegung mittels eines Drehwinkelgebers ermittelt. Zusätzlich zu den Kraft- und Wegmessungen kann noch eine Beschleunigungsmessung vorgenommen werden, beispielsweise durch Messung des beim Hub erzeugten Körperschalls, um auch hier die Einhaltung eines Sollwerts mit Toleranzbereich zu gewährleisten. Zu große Beschleunigungen führen zu hohem Materialverschleiß und erhöhter Werkzeugbruchgefahr.

Alle in der Beschreibung, in den Ansprüchen und der Zeichnung dargestellten Merkmale können sowohl einzeln, als auch in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein.

Bezugszahlenliste

1 Presse	
2 Rahmen	
3 Pressentisch	
4 Matrizenaufnahme	
5 Matrize	5
6 Ausleger	
7 Stempelhalter	
8 Stempel	
9 Abstreifer	
10 Druckzylinder	10
11 Pressenantrieb	
12 Ausnehmung	
13 Piezo-Kraftaufnehmer	
14 Piezo-Quermeßdübel	
15 Piezo-Meßring	15
16 Auslegearm	
17 Stütze	
18 Meßschiene	
I—V Fügephasen	
VI, VII Maximalwert	20
VIII—IX Meßkurve	

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Verbinden aufeinanderliegender dünner Platten, insbesondere Bleche, oder Plattenabschnitte durch Kaltfügen, bei welchem übereinanderliegende Flächenteile der zu verbindenden Platten oder Plattenabschnitte durch Zusammenwirken eines Stempels (8) mit einer Matrize (5) gemeinsam durchsetzt und nachfolgend durch Stauchen breitgequetscht werden, mit oder ohne Einschneiden der Flächenteile an der Fugestelle, dadurch gekennzeichnet, daß die Stempelkraft und der Stempelweg während des jeweiligen gesamten Fügevorgangs überwacht werden. 25
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß, außer der Stempelkraft auch die auf die Matrize wirkende Preßkraft und oder die zum Abstreifen der verbundenen Platten oder Plattenabschnitte von Stempel erforderliche Abstreifkraft überwacht werden. 30
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Stempelkraft und/oder die Preßkraft und/oder die Abstreifkraft sowie der Stempelweg während des Fügevorgangs kontinuierlich oder in vorbestimmten Abständen während des Fügevorgangs ermittelt werden und sowohl einzeln als auch in Bezug zueinander mit vorgegebenen Sollwerten verglichen werden. 35
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei Überschreiten eines für die überwachte Kraft bzw. für den Stempelweg vorgegebenen Maximalwerts ein Signal erzeugt wird. 40
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Stempelweg ein Sollwert für die überwachte Kraft zugeordnet ist und daß bei Ermittlung einer Abweichung von diesem Sollwert um einen vorgegebenen Toleranzbetrag ein Signal erzeugt wird. 45
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Signal ein Steuersignal ist, mit welchem eine optische und/oder akustische Anzeigeeinrichtung angesteuert wird. 50
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Signal zur Steuerung der Unterbrechung eines entsprechenden Fügevorgangs verwendet wird. 55

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Fortführung des Verfahrens nach Unterbrechung erst nach Entriegelung möglich ist.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Hub des Stempels anhand der für den Stempelweg ermittelten Werte gesteuert wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß bei Erreichen eines vorgegebenen Maximalwerts für den Stempelweg der Stempelhub beendet wird.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß erst bei Erreichen eines vorgegebenen Minimalwerts für den Stempelweg die Überwachung der Kräfte beginnt.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sollwerte bzw. die zugehörigen Toleranzbeträge abrufbar in einem Speicher vorliegen.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Eingabe der Sollwerte in den Speicher mittels Teach-In-Programmierung erfolgt.
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Toleranzbeträge bei Überschreiten an einen ermittelten Meßwert anpaßbar sind, durch Ersetzen des gespeicherten Toleranzbetrags durch den Betrag der Differenz zwischen Sollwert und ermitteltem Meßwert (Gutteilfunktion).
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Speicher mehrere Sätze von Sollwerten und gegebenenfalls zugehörigen Toleranzbeträgen gespeichert sind.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12—15, dadurch gekennzeichnet, daß die Eingabe der Sollwerte und Toleranzbeträge gegen Entnahme oder Verlust geschützt ist.
17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kräfte mehrerer Kaltfügestellen gleichzeitig überwacht und von einer gemeinsamen Auswerteeinrichtung ausgewertet werden (Multiplexing).
18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die ermittelten Meßwerte optisch angezeigt werden.
19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die ermittelten Meßwerte gespeichert werden.
20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß neben der Meßkurve die vorgegebene Sollkurve und/oder Toleranzbereich optisch wiedergegeben werden.
21. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einer in einer Presse (1) angeordneten Matrize (5) und einem quer zu den verbindenden Platten hin und her angetriebenen Stempel (8), dadurch gekennzeichnet, daß eine digitale oder analoge Wegmeßeinrichtung und mindestens eine Kraftmeßeinrichtung vorhanden ist.
22. Vorrichtung nach Anspruch 21 dadurch gekennzeichnet, daß ein Geber bewegungsschlüssig mit dem Stempel (8) verbunden ist (für eine Linear oder Drehendbewegung).
23. Vorrichtung nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß ein bewegungsschlüssig mit dem Stempel (8) angetriebener Auslegearm (16)

vorhanden ist, dessen freies Ende mit einer fest an einem ortsfesten Pressenteil vorhandenen Meßschiene (18) zusammenwirkt.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß als Kraftmeßeinrichtung ein oder mehrere Piezo-Elemente dient bzw dienen. 5

25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß eine Kraftmeßeinrichtung (13) in der Matrizenaufnahme (4) oder am Pressentisch (3) vorhanden ist. 10

26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß eine Kraftmeßeinrichtung (14) zwischen Stempel (8) und Antriebseinrichtung (10) vorhanden ist. 15

27. Vorrichtung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß eine Kraftmeßeinrichtung (15) am Abstreifer (9) vorhanden ist.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen 20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

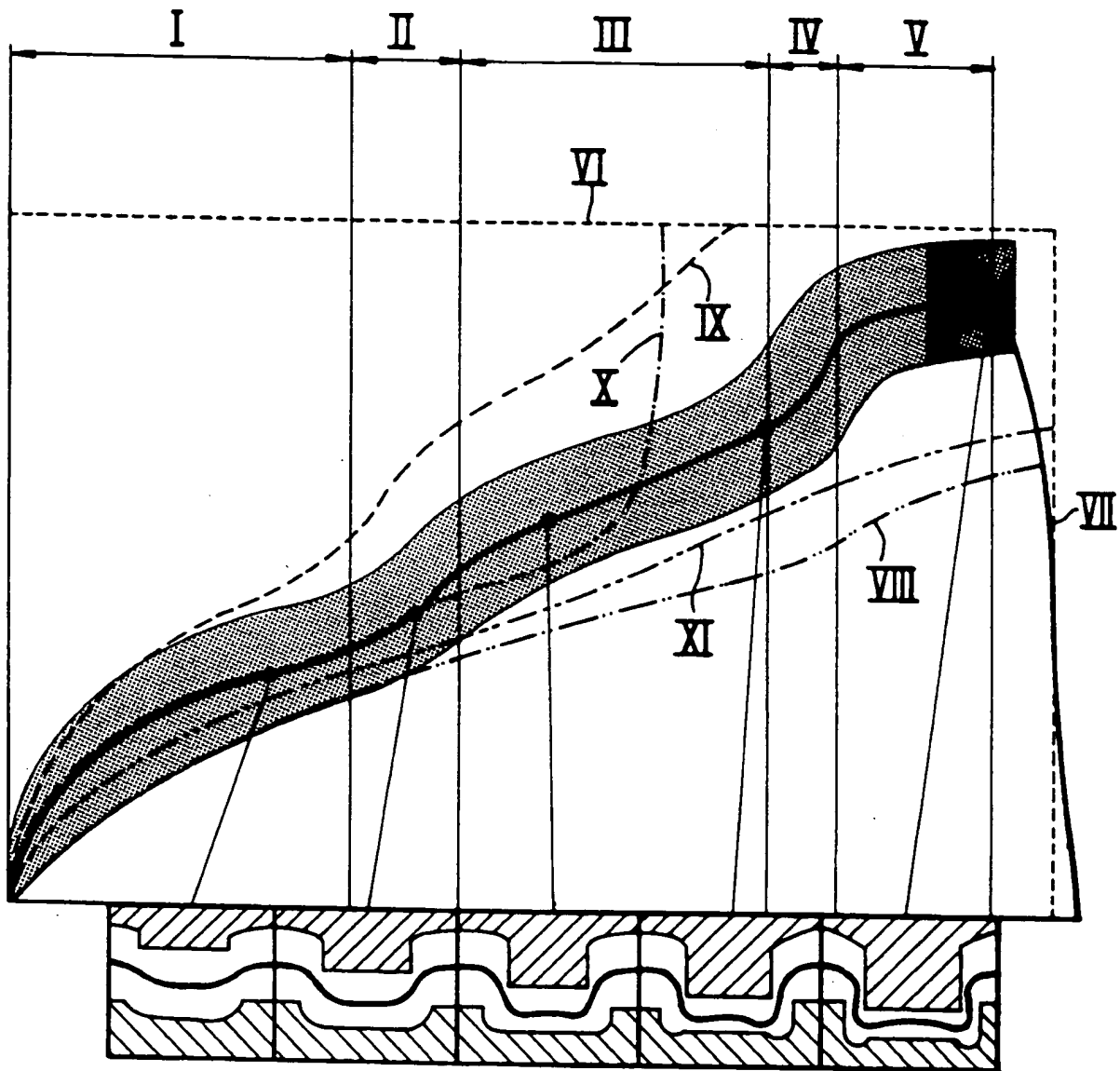
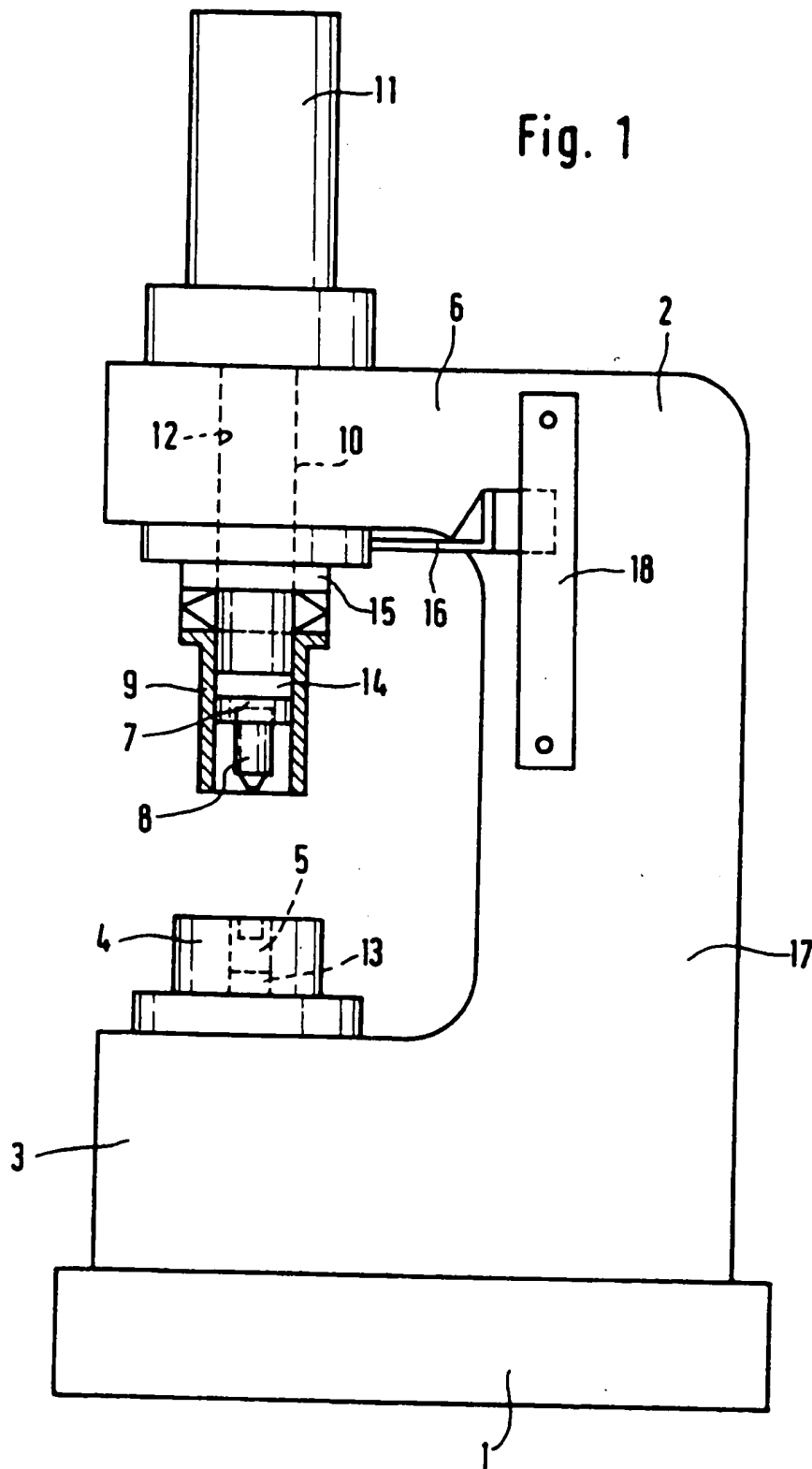


Fig. 2





[Translation from German]

(19) **FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY  
GERMAN PATENT OFFICE**

(51) Intl. Cl.<sup>5</sup>: **B 21 D 39/03**

(12) **Letters of Disclosure**

(10) **DE 4,214,475 A 1**

(21) Serial No.: P 42 14 475.2

(22) Appln. date: 6 May 1992

(43) Discl. date: 11 Nov. 1993

(71) Applicant:  
Pressotechnik GmbH  
88250 Weingarten, DE

(74) Representative:  
G. Schuster, Dipl.-Eng.,  
L. Thul, Dipl.-Phys.,  
Patent Attorneys, 70174 Stuttgart

(72) Inventor:  
Application for anonymity

(56) The following publications are to be  
considered in determining patentability:  
DE 3,932,532 A1  
WO 8,907,020

DE-Z: Joerg MUTSCHLER;  
Hanns Peter LIEBIG: Raising Flexibility,  
Pressurized Joining with Industrial Robots  
as Part of Assembly Automatization;  
In: *Maschinenmarkt Würzburg* 97, 1991,  
47, pp. 36-42  
DE-Z: R. BEYER; J. WÖSSNER:  
Pressurized Joining in Automated  
Manufacturing. In: *wt Werkstattstechnik*  
81, 1991, pp. 629-632

(54) **Method of connecting thin plates, and device for practicing said method**

(57) Quality assurance in process of cold joining overlapping plates or plate

segments wherein the stamping force and the stamping displacement are controlled  
throughout the entire joining operation.

## **Description**

### **Prior Art**

The invention starts out from a method of connecting thin plates lying one upon another, of the type of Claim 1, and a device for practicing said method, of the type of Claim 21.

In a known cold joining process of this kind (DE 3,532,899), the plate pieces lying one upon another are punched in the course of common passage along a portion of their outlines and pressed out of the plane of the plate. Then the plate pieces are squeezed out broad by a counterforce, generating a stamped cam gripping from behind the plate pieces to be connected. In another known process of this kind (DE 3,532,900), plate pieces from the segments to be connected are jointly traversed, where, owing to the conformation of the die, a reflux process results in the upsetting of the plate pieces and forms a grip upon the plate pieces from behind, where the plate segments lie one upon another.

Such processes are employed in industrial mass production, for example in automobile construction. A monitoring of the quality of the connections, or the assurance of certain quality requirements at such connections, is therefore of special importance in these methods. The occurrence of defects in the practice of this method must be recognized and eliminated at the earliest possible moment in order to minimize scrap and machine stoppages. Such defects may be caused by a material failure, in particular of the stamp or die. Here, it is important to identify each faulty connection so that the part may be sorted out and a connecting operation

repeated. A criterion for quality of connection, or lack of it, is continuing residual strength of material in the neighborhood of the joint. In the known processes, the quality assurance consists in a monitoring of the stamping force with respect to a permissible maximum and in a measurement of residual material strength after a connection has been made. This captures only a portion of the defects that may possibly occur. The ensuing measurement of the residual material strength is moreover troublesome and time-consuming.

### **Advantages of the Invention**

The process according to the invention with the characterizing features of Claim 1, and the device according to the invention with the characterizing features of Claim 21, has the advantage over all this in that defects encountered are covered to a far greater extent, and that no separate measurements of the residual strength of the material need any longer be performed. By measurement of the stamping stress and strain during the current — but in that case entire — joining operation, in the first place every faulty connection is recognized and in the second place the remaining residual strength of material is to be inferred from the measured stamping displacement at each connection. The monitoring is accomplished by comparison with preassigned target data, so that any defects that occur can be detected. Transgression of the maximum value preassigned to the stamping displacement will for example indicate a stamp failure, while transgression of the maximum or minimum value of the stamping force indicates too hard or too soft a material of the plates to be joined, a wrong tool, or a die failure.

According to an advantageous version of the invention, besides the stamping force, the pressure acting on the die and/or the stripping force required to strip the joined plates from the stamp are measured for monitoring and compared to a target value. By checking the stripping force, a lining is detected, an especially important point when the invention is employed in robot apparatus.

According to another advantageous version of the invention, the said quantities are not monitored for absolute minima and maxima alone, but also for relative minima and maxima, namely as a function of a stamping displacement determined in each instance. For each stamping displacement, an allowable tolerance range for the force is preassigned, and its observance is monitored. In this way, various defects can be distinguished from each other.

According to further advantageous version of the invention, a signal is generated upon transgression of a preassigned target or tolerance, and can serve to trigger a visual and/or acoustic indicating means to draw attention to the presence of a defect. The signal may alternatively be employed to control interruption of the joining operation, thereby reducing scrap yield and production down time.

According to another advantageous version of the invention, the stamp stroke is controlled according to the stamp displacement found. After further development of this feature, when a maximum value of the stamp displacement is reached, the stamp stroke is ended. Further, a minimum value of the stamp displacement may be preassigned, so that monitoring of the various forces is begun only when this is reached.

According to another advantageous version of the invention, the target values and the corresponding tolerances, if any, are available for call-up in a memory. In this way, the values can be adapted as required. The target values can be entered by means of "teach-in" programming, so that input is substantially simplified. Alternatively, there may be several sets of values in the memory, so that different requirements, for example in event of changes in tools or material, can be met quickly.

According to a further development of these features, the tolerances present in the memory when transgressed can be adapted by means of an averaged datum, and alternatively by extending the tolerance range to that value. This so-called "good-part" function makes it possible to adapt the tolerance range quickly and effectively to requirements.

According to an advantageous refinement of these features, the input of the values into the memory is protected. This ensures that changes can be made only by authorized parties.

According to still another advantageous version of the invention, several processes are monitored in parallel at the same time, the results found being evaluated by a common means in the multiplex manner.

According to another advantageous version of the invention, the values found are indicated visually. Visual indication facilitates the distinction among various kinds of error, so that the appropriate countermeasures may be adopted. For this purpose, the measurements found may be stored to make possible a subsequent evaluation. At the same time, storage of the measurements serves for quality

control, since the course of the joining process can be reviewed in case of later complaints.

The device according to the invention for practicing the method with the features of Claim 21 is advantageously adapted to the process requirements. Force-measuring means are provided in the die receptacle, or in the stamp holder, or on the stripper, preferably using piezoelectric devices, namely a piezoelectric dynamic pick-up in the die receptor, a piezoelectric transverse dowel in the stamp holder and a piezoelectric test ring on the stripper. The stamp travel is measured by way of a boom driven integrally with the stamp, cooperating with a test rail fixedly attached to a stationary press part. Alternatively, measurement of the stripping force may be used as a negative stamping force.

Other advantages and advantageous versions of the invention will be found in the following description of the drawing and claims.

### **Drawing**

An embodiment of the invention by way of example is represented in the drawing and described in more detail in the following.

Fig. 1 shows a side view of a device according to the invention in partial section, and

Fig. 2 shows a graph in which the stamping force (ordinate) is plotted against the stamping displacement (abscissa).

## Description of the Example

The press 1 shown in Fig. 1 comprises a C-shaped frame 2 whose lower part serves as press platform 3, on which the die receptacle 4 for the die 5 is arranged. At the upper boom 6 of the frame 2, opposite to the die receptacle 4, there is a stamp holder 7 to accommodate the stamp 8. Around the stamp holder 8, a stripping means 9 is arranged, for stripping off plates adhering to the stamp holder. The stamp 8 is moved up and down by way of a pressure cylinder from a drive 11 present at the top of the C-shaped frame 2. The cylinder 10 for this purpose is guided displaceably by a cylindrical recess 12 in the boom 6 in the direction of its longitudinal axis.

In the die receptacle 4, there is a piezoelectric force pick-up with which the pressure exerted on the die is obtained. In the stamp holder 7, there is a piezoelectric transverse dowel 14 for determining the stamping force exerted. Finally, on the stripper 9 there is a piezoelectric measurement ring 15 arranged around the pressure cylinder 10 to determine the stripping force. The pressure cylinder 10 comprises a boom 16 whose free end extends into the region of the vertical support 17 of the frame 2, and there cooperates with a test rail 18 to determine the stamping displacement. Here, the measurement of displacement may be digital or analog in known manner. Not shown are the evaluating means and the electrical connections between the evaluating means and the measuring means.

The graph of Fig. 2 shows, by way of example, the course of the target curve — represented as a solid line — for the stamping force as a function of the stamping displacement. The various phases of the cold joining process are indicated by

vertical lines, with combined sinking and piercing in phase I, upsetting and spreading in phase II, completion of the upper contour of the die groove in phase III, completion of the annular channel of the die 5 in phase IV, and the reverse flow pressure in phase V to interlock the plate elements to be joined, one inside another. As may be seen from the graph, the target curve for the stamping force does rise continuously as far as the end of the joining operation, not linearly but variously according to the joining phase. For each stamp displacement, there is an allowable tolerance range for the stamping force — indicated by the dot pattern. The dotted lines VI and VII perpendicular to the coordinate axes indicate the allowable maxima for the stamping force and stamping displacement. The other dashed, dot-dashed and dotted lines VIII to XI represent test curves that may arise in case of various disturbances. Finally, the graph of Fig. 2 shows a sectional view of the joining connection perpendicular to the plate plane for various stamping displacements, characterized by dots on the target curve.

The curve designated VIII shows a behavior of the stamping force such as may occur when the material is too soft or for the wrong tool. The curve designated IX represents a stamping force function such as may occur if the stamp diameter is too great or when material is applied to the tool. The curve designated X represents a form that may occur when the stamp is too short. Here, the shoulder of the stamp 7 rests on the plates 4. The curve designated XI, finally, represents a case that may occur in event of stamp or die fracture.



The method according to the invention may be employed not only for presses with reciprocating stamp action but also methods with a rotary motion of the stamp. Instead of the stroke, the rotary motion is then obtained by means of a bell crank. In addition to the force and displacement measurements, a measurement of acceleration may be performed, for example by measurement of the sound generated in the stroke, to ensure maintenance of a target value with tolerance range here as well. Excessive accelerations lead to severe wear of material and increased hazard of tool failure.

All the features mentioned in the claims and represented in the drawing may be essential to the invention both individually and in any combination.

## List of Reference Numerals

1	press
2	frame
3	press platform
4	die receptacle
5	die
6	boom
7	stamp holder
8	stamp
9	stripper
10	pressure cylinder
11	press drive
12	recess
13	piezodynamometer
14	piezoelectric transverse dowel
15	piezoelectric test ring
16	boom
17	support
18	test rail
I-V	joining phases
VI, VII	maxima
VIII-IX	curve

## Claims

1. Method of connecting thin plates, in particular of sheet metal, or plate segments, by cold joining, wherein stacked surface parts of the plates or plate segments to be connected are jointly pierced by cooperation of a stamp (8) and a die (5) and then squeezed wide by upsetting, with or without incision of the surface parts at the junction, characterized in that the stamping force and displacement are monitored throughout the entire joining operation.
2. Method according to claim 1, characterized in that besides the stamping force, the pressure acting on the die and/or the stripping force required to strip the joined plates or plate segments from the die are monitored as well.
3. Method according to claim 1 or 2, characterized in that the stamping force and/or the pressure and/or the stripping force as well as the stamping displacement are determined continuously or at predetermined intervals during the joining operation, and compared with preassigned targets both individually and relative to each other.
4. Method according to claim 3, characterized in that upon transgression of a maximum preassigned for the monitored force or displacement, a signal is generated.
5. Method according to claim 3 or 4, characterized in that each stamp displacement is assigned a target for the monitored force, and in that upon detection of a deviation from the target by a preassigned tolerance, a signal is generated.
6. Method according to claim 4 or 5, characterized in that the signal is a control signal with which a visual and/or acoustic indicating means is triggered.

7. Method according to any of claims 4 to 6, characterized in that the signal is employed to control the interruption of a corresponding joining operation.
8. Method according to claim 7, characterized in that continuation of the process after interruption is possible only after unlocking.
9. Method according to any of the preceding claims, characterized in that the stroke of the stamp is controlled from the values found for the stamp displacement.
10. Method according to claim 9, characterized in that upon reaching a preassigned maximum for the stamping displacement, the stamping stroke is terminated.
11. Method according to any of the preceding claims, characterized in that the monitoring of forces begins only when a preassigned maximum stamping displacement is reached.
12. Method according to any of the preceding claims, characterized in that the target values and/or the corresponding tolerances are ready to be called up from a memory.
13. Method according to claim 12, characterized in that the input of target values into the memory takes place by "teach-in" programming.
14. Method according to claim 12 or 13, characterized in that the tolerances upon transgression of a test value found are adaptable by replacement of the stored tolerance with the amount of the difference between target value and test value found (the so-called "*good-part*" function).

15. Method according to any of claims 12 to 14, characterized in that in the memory, several sets of target values and possibly associated tolerances are stored.

16. Method according to any of claims 12 to 15, characterized in that the input of target values and tolerances is protected against removal or loss.

17. Method according to any of the preceding claims, characterized in that the forces of several cold joining stations are monitored simultaneously and evaluated by a common evaluating means (multiplexing).

18. Method according to any of the preceding claims, characterized in that the test values obtained are indicated visually.

19. Method according to any of the preceding claims, characterized in that the test values found are stored.

20. Method according to any of the preceding claims, characterized in that besides the test curve, the preassigned target curve and/or the tolerance range are visually reproduced.

21. Device for practicing the method according to any of the preceding claims with a die (5) arranged in a press (1) and a stamp (8) driven to and fro transverse to the plates to be connected, characterized in that a digital or analog displacement measuring means and at least one force measuring means are present.

22. Device according to claim 21, characterized in that a transmitter is synchronously connected to the stamp (8) (for a linear or rotary motion).

23. Device according to claim 21 or 22, characterized in that a boom (16) synchronously driven with the stamp (8) is present, whose free end cooperates with a test rail (18) fixed to a stationary press part.

24. Device according to any of claims 21 to 23, characterized in that one or more piezo elements serves or serve as dynamometer means.

25. Device according to any of claims 21 to 24, characterized in that a dynamometer means (13) is present in the die receptacle (4) or on the press platform (3).

26. Device according to any of claims 21 to 25, characterized in that a dynamometer means (14) is present between stamp (8) and drive means (10).

27. Device according to claim 26, characterized in that a dynamometer means (15) is present on the stripper (9).

With 2 sheets of drawings.